



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑩ DE 196 15 484 A 1

⑤1 Int. Cl.⁶:
C 08 L 77/00
C 08 K 5/56
C 08 K 5/50
C 08 J 3/20
C 08 J 5/00
C 08 J 5/18
D 01 F 6/60
C 07 F 9/50
// C 07 F 1/08

②1 Aktenzeichen: 196 15 484.7
②2 Anmeldetag: 19. 4. 96
④3 Offenlegungstag: 23. 10. 97

DE 196 15 484 A 1

⑦1 Anmelder:
BASF AG, 67063 Ludwigshafen, DE

⑦2 Erfinder:
Grutke, Stefan, Dr., 67434 Neustadt, DE; Comba,
Peter, Prof., 69151 Neckargemünd, DE; Katsichtis,
Charis, 69118 Heidelberg, DE

⑤4 Oxidationsstabilisierte Polyamidformmassen

⑤7 Thermoplastische Formmassen, enthaltend
30 bis 100 Gew.-% einer Mischung aus Polyamid und einer
stabilisierend wirksamen Menge einer Kupferverbindung
erhältlich durch Umsetzung von Kupfer(I)salzen mit
Phosphinchelatliganden und
0 bis 70 Gew.-% weiterer Zusatzstoffe.

DE 196 15 484 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Die vorliegende Erfindung betrifft thermoplastische Formmassen, enthaltend 30 bis 100 Gew.-% einer Mischung aus Polyamid und einer stabilisierend wirksamen Menge einer Kupferverbindung erhältlich durch Umsetzung von Kupfer(I)salzen mit Phosphinchelatliganden und 0 bis 70 Gew.-% weiterer Zusatzstoffe.

Ferner beschreibt sie neue Phosphorsulfoverbindungen sowie die Verwendung von Phosphinchelatliganden in Kupferverbindungen zur Stabilisierung von thermoplastischen Formmassen. Weiterhin betrifft die Erfindung die Verwendung der Formmassen zur Herstellung von Formkörpern jeglicher Art und die hierbei erhältlichen Formkörper.

Die mangelnde Stabilität von Polyamiden gegenüber thermischer Oxidation ist seit langem bekannt, doch wird mit den bisher bekannten Stabilisatoren der oxidative Abbau der Polyamidoberfläche nicht ausreichend verzögert.

So beschreibt die EP-A 463 512 Stabilisatorkombinationen aus Kupfer(I)halogeniden, Triphenylphosphin und Aminen für schlagzähmodifizierte Polyamide. Der Zusatz von aminischen Antioxidantien bewirkt oftmals direkte Verfärbungen sowie Verfärbungen bei thermischer Belastung.

Es ist aus der CH-A 472 458 bekannt, den Polyamiden Kupfer(I)salze und Triphenylphosphin besonders in Kombination mit Kaliumiodid als Wärmestabilisator zuzusetzen. Diese Polyamide zeigen dennoch keine befriedigende thermische Stabilität, was sich in der Verschlechterung der Schlagzähigkeit und des Elastizitätsmoduls widerspiegelt. Obendrein bilden die Stabilisatoren aufgrund ihrer Wasserlöslichkeit häufig einen Belag und damit Fehlstellen, die zu Flecken und Verfärbungen führen.

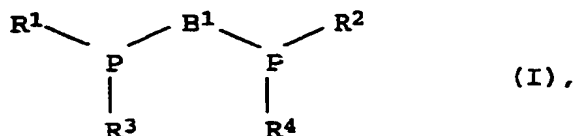
Der vorliegenden Erfindung lagen thermoplastische Formmassen zugrunde, die eine verbesserte Wärmestabilisierung zeigen und obendrein weniger zu Verfärbungen neigen.

Demgemäß wurden die oben definierten thermoplastischen Formmassen gefunden.

Die zur Stabilisierung zugesetzten Kupferverbindungen sind erhältlich durch die Umsetzung von Kupfer(I)salzen mit bekannten und neuen Phosphinchelatliganden. Gegenstand der Erfindung sind ferner Phosphorsulfoverbindungen der Formel II, die als Chelatliganden eingesetzt werden können.

Als Kupfer(I)salze sind sowohl Kupfersalze von organischen Säuren beispielsweise Essigsäure als auch von anorganischen Säuren wie der Cyanwasserstoffsäure oder der Thiocyanwasserstoffsäure, bevorzugt der Halogenwasserstoffsäuren, geeignet. Aus der Gruppe der Kupferhalogenide Kupferfluorid, Kupferchlorid, Kupferbromid, Kupferiodid wird den drei letztgenannten der Vorzug gegeben, wobei das Kupferiodid besonders geeignet ist.

Als Phosphinchelatliganden können vorteilhaft Verbindungen der allgemeinen Formel (I)



in der

B^1 $\text{C}_1 - \text{C}_6$ -Alkylen, Naphthylen, Phenylen, Benzylen,

R^1 und R^2 unabhängig voneinander $\text{C}_1 - \text{C}_8$ -Alkyl, $\text{C}_5 - \text{C}_8$ -Cycloalkyl oder Phenyl, das gegebenenfalls 1 bis 5-fach mit $\text{C}_1 - \text{C}_4$ -Alkyl substituiert ist,

R^3 und R^4 unabhängig voneinander $\text{C}_1 - \text{C}_8$ -Alkyl, $\text{C}_5 - \text{C}_8$ -Cycloalkyl, Phenyl, das gegebenenfalls mit $\text{C}_1 - \text{C}_4$ -Alkyl substituiert ist, $-\text{B}^1 - \text{PR}^2\text{R}^2$, $\text{B}^2 - \text{SR}^5$, $\text{B}^2 - \text{OR}^5$ sowie R^3 und R^4 gemeinsam $-\text{B}^2 - \text{PR}^2 - \text{B}^3 -$ oder $-\text{B}^2 - \text{PR}^2 - \text{B}^3 - \text{PR}^2 - \text{B}^4 -$ bedeuten und B^2 , B^3 , B^4 unabhängig voneinander für $\text{C}_1 - \text{C}_6$ -Alkylen, Naphthylen, Phenylen, Benzylen und

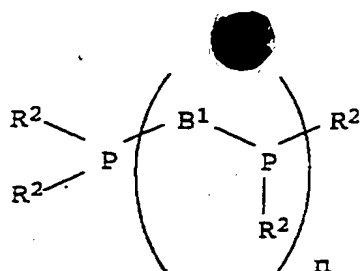
R^5 für $\text{C}_1 - \text{C}_4$ -Alkyl oder Wasserstoff stehen, verwendet werden.

Als Substituenten B^1 , B^2 , B^3 und B^4 sind unabhängig voneinander Methylen, Ethylen, n-Propylen, Isopropylen, n-Butylen, n-Pentylen, n-Hexylen, 1,1'- oder 2,2'-Naphthylen, 1,4-Phenylen und para-Benzylen geeignet.

Als Substituenten R^1 , R^2 , R^3 , R^4 und R^5 sind unabhängig voneinander Methyl, Ethyl, n-Propyl, Isopropyl, n-Butyl, Isobutyl, sec-Butyl und tert.-Butyl geeignet.

Reste R^1 , R^2 , R^3 und R^4 sind darüber hinaus z. B. Pentyl, Isopentyl, Neopentyl, tert.-Pentyl, Hexyl, 2-Methylpentyl, Heptyl, Octyl, 2-Ethylhexyl, Isooctyl, Cyclopentyl, Cyclohexyl, Cycloheptyl, Cyclooctyl, 2-, 3- oder 4-Methylphenyl, 2-, 3- oder 4-Ethylphenyl, 4-Isopropylphenyl, 2,4,6-Trimethylphenyl, 2,4-Dimethylphenyl und 4-tert.-Butylphenyl.

Bevorzugt werden Kupferverbindungen, die durch Umsetzung mit Phosphinchelatliganden der allgemeinen Formel (II)



(II),

in der B¹ und R² die obige Bedeutung haben und n für die Zahl 1, 2 oder 3 steht, erhalten werden.

Ebenfalls bevorzugt werden Phosphinchelatliganden, in denen B¹ eine Methylen-, Ethylen-, Propylen-, Butylen- oder Naphthylenbrücke ist.

Für R¹, R², R³ und/oder R⁴ werden unverzweigte Alkylreste bevorzugt. Weiterhin werden unsubstituierte Phenylreste bevorzugt.

Besonders bevorzugt werden Phosphinchelatliganden, in denen R¹ und R² für Cyclohexyl oder Phenyl steht.

Ebenfalls besonders bevorzugt werden Phosphinchelatliganden II, in denen n = 1 ist.

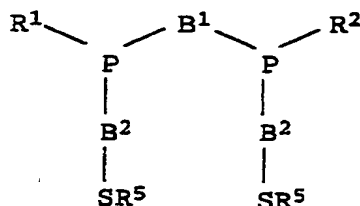
Geeignete Phosphinchelatliganden sind beispielsweise 1,2-Bis-(dimethylphosphino)-ethan, Bis-(2-diphenylphosphinoethyl)-phenylphosphin, 1,6-Bis-(diphenylphosphino)-hexan und 1,5-Bis-(diphenylphosphino)-pentan.

Besonders bevorzugte Phosphinchelatliganden sind beispielsweise Bis-(diphenylphosphino)methan, 1,2-Bis-(diphenylphosphino)ethan, 1,3-Bis-(diphenylphosphino)propan, 2,2'-Bis-(diphenylphosphino)-1,1'-binaphthyl, 1,3-Bis-(dicyclohexylphosphino)propan und 1,4-Bis(diphenylphosphino)butan.

Die Phosphinchelatliganden können nach den für phosphororganische Verbindungen allgemein bekannten Reaktionen, wie in Advanced Organic Chemistry: reactions, mechanisms and structure, J. March, Wiley-Interscience Publication, 4, 1992, S. 413 und Inorg. Chemistry of the Transition Elements — Vol. 6, The Chemical Society, 1978, Johnson, Gilbert, S. 272 ff, Methoden der organischen Chemie, Houben-Weyl, XII/1, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1963, S. 17—66, beschrieben, hergestellt werden. Beispielsweise durch Umsetzung von Phosphorhalogeniden mit Grignardverbindungen oder durch Umsetzung von Phosphinen mit Alkylhalogeniden unter reduzierenden Bedingungen, z. B. Natriumamid in flüssigem Ammoniak oder Natrium in flüssigem Ammoniak. Nach demselben Reaktionsprinzip ist es durch Wahl von Dihalogenalkanen oder Dihalogenaromaten bzw. Monoalkylphosphinen oder Arylphosphin möglich, zwei Phosphine mit einer Alkyl- bzw. Arylenbrücke zu verknüpfen.

Einige der Phosphinchelatliganden sind handelsüblich.

Die vorliegende Anmeldung betrifft ferner neue Phosphorsulfoverbindungen der allgemeinen Formel (III)



(III),

in der

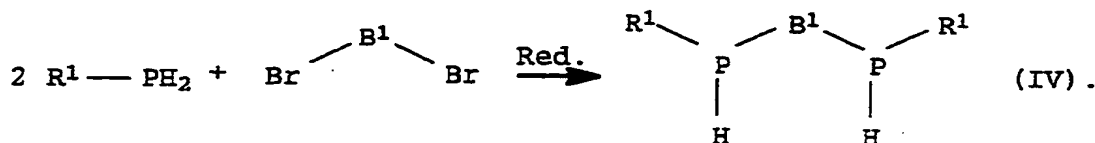
B¹ und B² unabhängig voneinander C₁—C₆-Alkyl, Naphthyl, Phenyl, Benzyl,

R¹ und R² unabhängig voneinander C₁—C₈-Alkyl, C₅—C₈-Cycloalkyl oder Phenyl, das gegebenenfalls mit C₁—C₄-Alkyl substituiert ist, und

R⁵ C₁—C₄-Alkyl oder Wasserstoff bedeuten.

Die Herstellung der neuen Phosphinchelatliganden III erfolgt ebenfalls nach bekannten Reaktionen.

In einem ersten Reaktionsschritt werden beispielsweise 2 Mol eines Monoalkylphosphins mit einem Mol Dibromalkan unter reduzierenden Bedingungen wie Natrium in flüssigem Ammoniak zum Bis-phosphin IV umgesetzt, gemäß folgender allgemeiner Reaktionsgleichung



(IV).

Die weitere Synthese erfolgt durch Reaktion von IV mit einem Monothiacyclus und weiterhin reduzierenden Bedingungen unter Ringöffnung. Das so erhaltene Dithiol kann gegebenenfalls nach bekannten Reaktionen in seinen Thioether überführt werden.

Der Begriff Chelatliganden soll lediglich zum Ausdruck bringen, daß die Phosphinverbindungen über mehrere Koordinationsstellen für mögliche Komplexbildung verfügen.

Die Phosphinchelatliganden werden dem Kupfer(I)salz im molaren Verhältnis 1 : 1 bis zu einem Verhältnis 5 : 1 umgesetzt. Bevorzugt wird dabei die ein- bis dreifach molare Menge Phosphinchelatligand gewählt. Es wird angenommen, daß die Kupfer(I)salze mit den Phosphinchelatliganden koordinative Verbindungen bilden, so daß beim Vorhandensein von mehreren Koordinationsstellen natürlich auch Mischungen unterschiedlich koordinierter Kupferverbindungen auftreten können. Abhängig von dem gewählten Verhältnis Phosphinchelatligand zum Kupfer(I)salz kann im Gemisch auch unumgesetzter Ligand vorhanden sein, was jedoch nicht nachteilig ist.

Zur Herstellung der Kupferverbindung werden die Kupfer(I)halogenide mit den Phosphinchelatliganden in einem inerten Lösungs-/Verdünnungsmittel oder lösungsmittelfrei in der Schmelze zur Reaktion gebracht.

Inerte Lösungs-/Verdünnungsmittel sind beispielsweise Ketone wie Aceton und Cyclohexan, cyclische Ether wie Tetrahydrofuran und Dioxan, Dialkylether wie Diethylether, halogenierte Kohlenwasserstoffe wie Methylchlorid, Dichlorethan, Tetrachlorkohlenstoff, und Chloroform. Dabei wird Aceton, Tetrahydrofuran und Chloroform als Lösungsmittel der Vorzug gegeben.

Bevorzugt ist die Umsetzung in der Schmelze, da das Lösungsmittel anschließend nicht entfernt werden muß.

In einer bevorzugten Ausführungsform wird das Kupfer(I)salz dem geschmolzenen oder gelösten Phosphinchelatliganden zudosiert.

Es ist ebenfalls vorteilhaft dem Kupfer(I)salz eine Lösung des Phosphinchelatliganden zuzufügen. Es ist möglich, die Umsetzung bereits bei Raumtemperatur durchzuführen. Besonders empfiehlt sich ein Temperaturbereich von 20 bis 60° C. Abhängig von der gewählten Temperatur ist die Reaktion nach 2 bis 8 Stunden beendet, wobei längere Reaktionszeiten bei den niedrigeren Temperaturen nötig sind und umgekehrt.

Für die Umsetzung in der Schmelze werden Temperaturen, oberhalb des jeweiligen Schmelzpunktes, in der Regel von 130 bis 350° C, bevorzugt 240 bis 280° C, benötigt.

Da das unumgesetzte Kupfer(I)salz in Suspension vorliegt, ist es vorteilhaft, während der Umsetzung zu rühren.

Die Umsetzung in einer Inertgasatmosphäre wie Stickstoff ist zweckmäßig, wenn auch nicht erforderlich, da die Oxidationsstabilität der Kupferverbindungen bei höheren Temperaturen wie der Schmelze leicht nachläßt.

Es wurde nun festgestellt, daß sich die durch die Umsetzung von Kupfer(I)salzen mit Phosphinchelatliganden erhaltenen Kupferverbindungen hervorragend zur Stabilisierung von thermoplastischen Formmassen enthaltend 30 bis 100 Gew.-% Polyamid und 0 bis 70 Gew.-% weiterer Zusatzstoffe eignen.

Bevorzugt enthalten die Formmassen die Kupferverbindung in einer Menge von 10 bis 1000 ppm, besonders bevorzugt von 50 bis 500 ppm Kupfer, bezogen auf Polyamid. Höhere Mengen an Kupferverbindung, z. B. 2 Gew.-% vorzugsweise 1 Gew.-% in Konzentraten sind möglich.

Die erfindungsgemäßen Formmassen enthalten 30 bis 100, bevorzugt 40 bis 90 und insbesondere 60 bis 80 Gew.-% einer Mischung aus Polyamid und einer stabilisierend wirksamen Menge einer Kupferverbindung erhältlich durch Umsetzung von Kupfer(I)salzen mit Phosphinchelatliganden (Komponente A).

Die Polyamide der erfindungsgemäßen Formmassen weisen im allgemeinen eine relative Viskosität η_{rel} von 1,7 bis 5,0 auf, bestimmt in einer 1 gew.-%igen Lösung in 96 gew.-%iger Schwefelsäure bei 25° C. Polyamide mit einer relativen Viskosität von 1,7 bis 4,5, insbesondere von 2,5 bis 4,0 werden bevorzugt verwendet.

Diese relativen Viskositäten von 2,5 bis 4,0 entsprechen den Viskositätszahlen (VZ) von 120 bis 220 ml/g (gemessen gemäß ISO 307, DIN 53 727).

Halbkristalline oder amorphe Harze mit einem Molekulargewicht (Gewichtsmittelwert) von mindestens 5000, wie sie z. B. in den amerikanischen Patentschriften 2 071 250, 2 071 251, 2 130 523, 2 130 948, 2 241 322, 2 312 966, 2 512 606 und 3 393 210 beschrieben werden, sind bevorzugt.

Beispiele hierfür sind Polyamide, die sich von Lactamen mit 7 bis 13 Ringgliedern ableiten, wie Polycaprolactam, Polycapryllactam und Polylaurinlactam sowie Polyamide, die durch Umsetzung von Dicarbonsäuren mit Diaminen erhalten werden.

Als Dicarbonsäuren sind Alkandicarbonsäuren mit 6 bis 12, insbesondere 6 bis 10 Kohlenstoffatomen und aromatische Dicarbonsäuren einsetzbar. Hier seien beispielhaft Adipinsäure, Azelainsäure, Sebacinsäure, Dodecandisäure und Terephthal- und/oder Isophthalsäure als Säuren genannt.

Als Diamine eignen sich besonders Alkandiamine mit 6 bis 12, insbesondere 6 bis 8 Kohlenstoffatomen sowie m-Xylylendiamin, Di-(4-aminophenyl)methan, Di-(4-aminocyclohexyl)methan, 2,2-Di-(4-aminophenyl)propan oder 2,2-Di-(4-aminocyclohexyl)propan.

Bevorzugte Polyamide sind Polyhexamethylenadipinsäureamid, Polyhexamethylensebacinsäureamid und Polycaprolactam.

Außerdem seien auch noch Polyamide erwähnt, die z. B. durch Kondensation von 1,4-Diaminobutan mit Adipinsäure unter erhöhter Temperatur erhältlich sind (Polyamid-4,6). Herstellungsverfahren für Polyamide dieser Struktur sind z. B. in den EP-A 38 094, EP-A 38 582 und EP-A 39 524 beschrieben.

Weiterhin sind Polyamide, die durch Copolymerisation zweier oder mehrerer der vorgenannten Monomeren erhältlich sind, oder Mischungen mehrerer Polyamide geeignet, wobei das Mischungsverhältnis beliebig ist.

Derartige teilaromatische, teilkristalline Copolyamide sind beispielsweise aufgebaut aus:

A₁) 20—90 Gew.-% Einheiten, die sich von Terephthalsäure und Hexamethyldiamin ableiten,

A₂) 0—50 Gew.-% Einheiten, die sich von ϵ -Caprolactam ableiten und

A₃) 0—80 Gew.-% Einheiten, die sich von Adipinsäure und Hexamethyldiamin ableiten,

A₄) 0—40 Gew.-% weiteren polyamidbildenden Monomeren,

wobei der Anteil der Komponente (A₂) und/oder (A₃) und/oder (A₄) mindestens 10 Gew.-% beträgt.

Die Komponente A₁) enthält 20—90 Gew.-% Einheiten, die sich von Terephthalsäure und Hexamethyldiamin ableiten.

Neben den Einheiten, die sich von Terephthalsäure und Hexamethyldiamin ableiten, enthalten die Copolyamide Einheiten, die sich von ϵ -Caprolactam ableiten und/oder Einheiten, die sich von Adipinsäure und Hexame-

thylendiamin und/oder Einheiten, die sich von weiteren polyamidbildenden Monomeren ableiten.

Der Anteil an Einheiten, die sich von ϵ -Caprolactam ableiten, beträgt maximal 50 Gew.-%, vorzugsweise 20 bis 50 Gew.-%, insbesondere 25 bis 40 Gew.-%, während der Anteil an Einheiten, die sich von Adipinsäure und Hexamethyldiamin ableiten, bis zu 80 Gew.-%, vorzugsweise 30 bis 75 Gew.-% und insbesondere 35 bis 60 Gew.-% beträgt.

Die Copolyamide können auch sowohl Einheiten von ϵ -Caprolactam als auch Einheiten von Adipinsäure und Hexamethyldiamin enthalten; in diesem Fall ist es von Vorteil, wenn der Anteil an Einheiten, die frei von aromatischen Gruppen sind, mindestens 10 Gew.-% beträgt, vorzugsweise mindestens 20 Gew.-%. Das Verhältnis der Einheiten, die sich von ϵ -Caprolactam und von Adipinsäure und Hexamethyldiamin ableiten, unterliegt dabei keiner besonderen Beschränkung.

Als besonders vorteilhaft für viele Anwendungszwecke haben sich Polyamide mit 50 bis 80, insbesondere 60 bis 75 Gew.-% Einheiten, die sich von Terephthalsäure und Hexamethyldiamin ableiten (Einheiten A₁) und 20 bis 50, vorzugsweise 25 bis 40 Gew.-% Einheiten, die sich von ϵ -Caprolactam ableiten (Einheiten A₂)) enthalten, erwiesen.

Neben den vorstehend beschriebenen Einheiten A₁) bis A₃) können die teilaromatischen Copolyamide in Mengen bis 40, vorzugsweise 10–30 Gew.-% und insbesondere 20–30 Gew.-% an weiteren polyamidbildenden Monomeren A₄) enthalten; wie sie von anderen Polyamiden bekannt sind.

Aromatische Dicarbonsäuren A₄) weisen 8 bis 16 Kohlenstoffatome auf. Geeignete aromatische Dicarbonsäuren sind beispielsweise Isophthalsäure, substituierte Terephthal- und Isophthalsäuren wie 3-t-Butylisophthalsäure, mehrkernige Dicarbonsäuren, z. B. 4,4'- und 3,3'-Diphenyldicarbonsäure, 4,4'- und 3,3'-Diphenylmethandicarbonsäure, 4,4'- und 3,3'-Diphenylsulfondicarbonsäure, 1,4- oder 2,6-Naphthalindicarbonsäure, Phenoxyterephthalsäure, wobei Isophthalsäure besonders bevorzugt sind.

Weitere polyamidbildende Monomere A₄) können sich von Dicarbonsäuren mit 4 bis 16 Kohlenstoffatomen und aliphatischen oder cycloaliphatischen Diaminen mit 4 bis 16 Kohlenstoffatomen sowie von Aminocarbonsäuren bzw. entsprechenden Lactamen mit 7 bis 12 Kohlenstoffatomen ableiten. Als geeignete Monomere dieser Typen seien unter anderem Suberinsäure, Azelainsäure oder Sebacinsäure als Vertreter der aliphatischen Dicarbonsäuren, 1,4-Butandiamin, 1,5-Pentandiamin, Piperazin als Vertreter der Diamine und Capryllactam, Önanthlactam, ω -Aminoundecansäure und Laurinlactam als Vertreter von Lactamen bzw. Aminocarbonsäuren genannt.

Hierbei sind folgende Zusammensetzungen der Komponente (A) besonders bevorzugt:

- A₁) 65 bis 85 Gew.-% Einheiten, die sich von Terephthalsäure und Hexamethyldiamin ableiten und
- A₄) 15 bis 35 Gew.-% Einheiten, die sich von Isophthalsäure und Hexamethyldiamin ableiten oder
- A₁) 50 bis 70 Gew.-% Einheiten, die sich von Terephthalsäure und Hexamethyldiamin ableiten und
- A₃) 10 bis 20 Gew.-% Einheiten, die sich von Adipinsäure und Hexamethyldiamin ableiten und
- A₄) 20 bis 30 Gew.-% Einheiten, die sich von Isophthalsäure und Hexamethyldiamin ableiten.

Enthält die Komponente (A₄) symmetrische Dicarbonsäuren, bei denen die Carboxylgruppen in para-Stellung stehen, so empfiehlt es sich, diese mit (A₁) und (A₂) oder (A₁) und (A₃) als ternäre Copolyamide aufzubauen, da andernfalls das Copolyamid einen zu hohen Schmelzpunkt aufweist und nur unter Zersetzung schmilzt, was nicht wünschenswert ist.

Enthält die Komponente (A₄) cyclische aliphatische Diamine als Polyamidbausteine, so sind hierbei insbesondere als Diaminkomponenten Bis(4-aminocyclohexyl)-methan, Bis(4-amino-3-methylcyclohexyl)methan, Bis(4-aminocyclohexyl)-2,2-propan, bis(4-amino-3-methylcyclohexyl)-2,2-propan, Cyclohexandiamin und Isophorondiamin bevorzugt. Derartige teilaromatische, teilkristalline Polyamide werden in der DE-A 44 04 250 beschrieben.

Weiterhin haben sich solche teilaromatischen Copolyamide als besonders vorteilhaft erwiesen, deren Triamin-gehalt weniger als 0,5, vorzugsweise weniger als 0,3 Gew.-% beträgt. Die Herstellung dieser Copolyamide kann nach den in den EP-A 129 195 und 129 196 beschriebenen Verfahren erfolgen.

Als weiteren Bestandteil können die erfindungsgemäßen thermoplastischen Formmassen 0 bis 70, vorzugsweise bis 35, insbesondere 15 bis 35 Gew.-% weitere Zusatzstoffe enthalten. Dies sind vor allem faser- oder teilchenförmige Füllstoffe (Komponente B) oder kautschukelastische Polymerisate (Komponente C), sowie deren Mischungen.

Bevorzugte faserförmige Verstärkungstoffe sind Kohlenstofffasern, Kaliumtitanatwhisker, Aramidfasern und besonders bevorzugt Glasfasern. Bei der Verwendung von Glasfasern können diese zur besseren Verträglichkeit mit dem thermoplastischen Polyamid mit einer Schlichte und einem Haftvermittler ausgerüstet sein. Im allgemeinen haben die verwendeten Glasfasern einen Durchmesser im Bereich von 6 bis 20 μ m, vorzugsweise 10 bis 14 μ m.

Die Einarbeitung dieser Glasfasern kann sowohl in Form von Kurzglasfasern als auch in Form von Endlossträngen (Rovings) erfolgen. Im fertigen Spritzgußteil liegt die mittlere Länge der Glasfasern vorzugsweise im Bereich von 0,08 bis 0,5 mm.

Als teilchenförmige Füllstoffe eignen sich amorphe Kieselsäure, Magnesiumcarbonat (Kreide), Kaolin (insbesondere kalzinierter Kaolin), gepulverter Quarz, Glimmer, Talkum, Feldspat und insbesondere Calciumsilikate wie Wollastonit.

Bevorzugte Kombinationen von Füllstoffen sind z. B. 20 Gew.-% Glasfasern mit 15 Gew.-% Wollastonit und 15 Gew.-% Glasfasern mit 15 Gew.-% Wollastonit.

Die Formmassen können 0 bis 30, vorzugsweise bis 20 und insbesondere 10 bis 15 Gew.-% eines kautschukelastischen Polymerisats C enthalten (oft auch als Schlagzähmodifizier oder Kautschuk bezeichnet). Bevorzugte kautschukelastische Polymerisate sind Polymerisate auf Basis von Olefinen, die aus folgenden Komponenten aufgebaut sind:

C₁) 40 bis 100 Gew.-% mindestens α -Olefins mit 2 bis 8 C-Atomen

C₂) 0 bis 50 Gew.-% eines Diens

C₃) 0 bis 45 Gew.-% eines C₁—C₁₂-Alkylesters der Acrylsäure oder Methacrylsäure oder Mischungen derartiger Ester,

5 C₄) 0 bis 40 Gew.-% einer ethylenisch ungesättigten Mono- oder Dicarbonsäure oder einem funktionellen Derivat einer solchen Säure

C₅) 0 bis 40 Gew.-% eines Epoxygruppen enthaltenden Monomeren,

C₆) 0 bis 5 Gew.-% sonstiger radikalisch polymerisierbaren Monomeren, mit der Maßgabe, daß die Komponente (C) kein Olefinhomopolymerisat ist.

10 Als erste bevorzugte Gruppe sind die sogenannten Ethylen-Propylen-(EPM)- bzw. Ethylen-Propylen-Dien-(EPDM)-Kautschuke zu nennen, die vorzugsweise ein Verhältnis von Ethylen- zu Propyleneinheiten im Bereich von 40 : 60 bis 90 : 10 aufweisen.

Die Mooney-Viskositäten (MLI + 4/100°C) solcher, vorzugsweise unvernetzter, EPM— bzw. EPDM-Kautschuke (Gelgehalte im allgemeinen unter 1 Gew.-%) liegen bevorzugt im Bereich von 25 bis 100, insbesondere 15 von 35 bis 90 (gemessen am großen Rotor nach 4 Minuten Laufzeit bei 100°C nach DIN 53 523).

EPM-Kautschuke haben im allgemeinen praktisch keine Doppelbindungen mehr, während EPDM-Kautschuke 1 bis 20 Doppelbindungen/100 C-Atome aufweisen können.

Als Dien-Monomere C₂) für EPDM-Kautschuke seien beispielsweise konjugiert Diene wie Isopren und Butadien, nicht-konjugierte Diene mit 5 bis 25 C-Atomen wie Penta-1,4-dien, Hexa-1,4-dien, Hexa-1,5-dien, 20 2,5-Dimethylhexa-1,5-dien und Octa-1,4-dien, cyclische Diene wie Cyclopentadien, Cyclohexadiene, Cyclooctadiene und Dicyclopentadien sowie Alkenylnorbornene wie 5-Ethyliden-2-norbornen, 5-Butyliden-2-norbornen, 2-Methallyl-5-norbornen, 2-Isopropenyl-5-norbornen und Tricyclodiene wie 3-Methyl-tricyclo(5.2.1.0.2.6)-3,8-decadien oder deren Mischungen genannt. Bevorzugt werden Hexa-1,5-dien, 5-Ethyliden-norbornen und Dicyclopentadien. Der Diengehalt der EPDM-Kautschuke beträgt vorzugsweise 0,5 bis 50, insbesondere 25 2 bis 20 und besonders bevorzugt 3 bis 15 Gew.-%, bezogen auf das Gesamtgewicht des Olefinpolymerisats.

EPM- bzw. EPDM-Kautschuke können vorzugsweise auch mit reaktiven Carbonsäuren oder deren Derivaten gepropft sein. Hier seien vor allem Acrylsäure, Methacrylsäure und deren Derivate sowie Maleinsäureanhydrid genannt.

30 Eine weitere Gruppe bevorzugter Olefinpolymerisate sind Copolymere von α -Olefinen mit 2—8 C-Atomen, insbesondere des Ethylens, mit C₁—C₁₈-Alkylestern der Acrylsäure und/oder Methacrylsäure.

Grundsätzlich eignen sich alle primären und sekundären C₁—C₁₈-Alkylester der Acrylsäure oder Methacrylsäure, doch werden Ester mit 1—12 C-Atomen, insbesondere mit 2—10 C-Atomen bevorzugt.

Beispiele hierfür sind Methyl-, Ethyl-, Propyl-, n-, i-Butyl- und 2-Ethylhexyl-, Octyl- und Decylacrylate bzw. die 35 entsprechenden Ester der Methacrylsäure. Von diesen werden n-Butylacrylat und 2-Ethylhexylacrylat besonders bevorzugt.

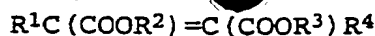
Der Anteil der Methacrylsäureester und Acrylsäureester C₃) an den Olefinpolymerisaten beträgt 0—60, vorzugsweise 10—50 und insbesondere 30—45 Gew.-%.

40 Anstelle der Ester C₃) oder zusätzlich zu diesen können in den Olefinpolymerisaten auch säurefunktionelle und/oder latent säurefunktionelle Monomere ethylenisch ungesättigter Mono- oder Dicarbonsäuren C₄) oder Epoxygruppen aufweisende Monomere C₅) enthalten sein.

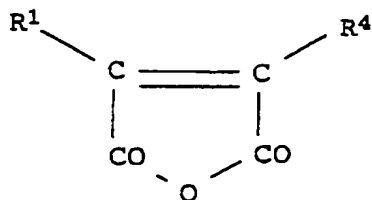
Als Beispiele für Monomere C₄) seien Acrylsäure, Methacrylsäure, tertiäre Alkylester dieser Säuren, insbesondere tert.-Butylacrylat und Dicarbonsäuren wie Maleinsäure und Fumarsäure oder Derivate dieser Säuren sowie deren Monoester genannt.

45 Als latent säurefunktionelle Monomere sollen solche Verbindungen verstanden werden, die unter den Polymerisationsbedingungen bzw. bei der Einarbeitung der Olefinpolymerisate in die Formmassen freie Säuregruppen bilden. Als Beispiele hierfür seien Anhydride von Dicarbonsäuren mit bis zu 20 C-Atomen, insbesondere Maleinsäureanhydrid und tertiäre C₁—C₁₂-Alkylester der vorstehend genannten Säuren, insbesondere tert.-Butylacrylat und tert.-Butylmethacrylat angeführt.

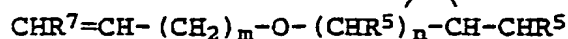
50 Die säurefunktionellen bzw. latent säurefunktionellen Monomeren und die Epoxygruppen-enthaltenden Monomeren werden vorzugsweise durch Zugabe von Verbindungen der allgemeinen Formeln IV—VII zum Monomerenmisch in die Olefinpolymerisate eingebaut



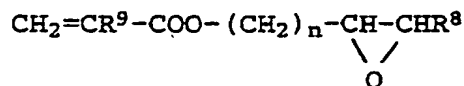
(IV)



(V)



(VI)



(VII)

wobei die Reste R^1-R^9 Wasserstoff oder Alkylgruppen mit 1 bis 6 C-Atomen darstellen und m eine ganze Zahl von 0 bis 20 und n eine ganze Zahl von 0 bis 10 ist.

Bevorzugt für R^1-R^7 ist Wasserstoff, für m der Wert 0 oder 1 und für n der Wert 1. Die entsprechenden Verbindungen sind Maleinsäure, Fumarsäure, Maleinsäureanhydrid, C_4 bzw. Alkenylglycidylether oder Vinylglycidylether C_5).

Bevorzugte Verbindungen der Formeln IV, V, VI und VII sind Maleinsäure und Maleinsäureanhydrid als Komponente C_4 und Epoxygruppen-enthaltende Ester der Acrylsäure und/oder Methacrylsäure, wobei Glycidylacrylat und Glycidylmethacrylat (als Komponente C_5) besonders bevorzugt werden.

Der Anteil der Komponenten C_4 bzw. C_5 beträgt jeweils 0,07 bis 40 Gew.-%, insbesondere 0,1 bis 20 und besonders bevorzugt 0,15 bis 15 Gew.-%, bezogen auf das Gesamtgewicht der Olefinpolymerisate.

Besonders bevorzugt sind Olefinpolymerisate aus

50 bis 98,9 insbesondere 60 bis 95 Gew.% Ethylen,

0,1 bis 20, insbesondere 0,15 bis 15 Gew.% Glycidylacrylat und/oder Glycidylmethacrylat, Acrylsäure und/oder Maleinsäureanhydrid,

1 bis 45, insbesondere 10 bis 35 Gew.% n-Butylacrylat und/oder 2-Ethylhexylacrylat.

Weitere bevorzugte Ester der Acryl- und/oder Methacrylsäure sind die Methyl-, Ethyl-, Propyl- und i-Butylester.

— Als sonstige Monomere C_6 kommen z. B. Vinylester und Vinylether in Betracht.

Die Herstellung der vorstehend beschriebenen Ethylenecopolymeren kann nach an sich bekannten Verfahren erfolgen, vorzugsweise durch statistische Copolymerisation unter hohem Druck und erhöhter Temperatur.

Der Schmelzindex der Ethylenecopolymeren liegt im allgemeinen im Bereich von 1 bis 80 g/10 min (gemessen bei 190°C und 2,16 kg Belastung).

Außer den vorstehenden bevorzugten kautschukelastischen Polymerisaten auf Basis von Olefinen eignen sich als Elastomere (C) beispielsweise Emulsionspolymerisate, deren Herstellung z. B. in Houben-Weyl, Methoden der organischen Chemie, Band XII I (1961) sowie bei Blackley in der Monographie "Emulsion Polymerisation" beschrieben wird.

Grundsätzlich können statistisch aufgebaute Elastomere oder aber solche mit einem Schalen Aufbau eingesetzt werden. Der schalenartige Aufbau wird durch die Zugabereihenfolge der einzelnen Monomeren bestimmt.

Als Monomere für die Herstellung der Elastomeren seien Acrylate wie n-Butylacrylat und 2-Ethylhexylacrylat, entsprechende Methacrylate, sowie deren Mischungen genannt. Diese Monomeren können mit weiteren Monomeren wie Styrol, Acrylnitril, Vinylethern und weiteren Acrylaten oder Methacrylaten wie Methylmethacrylat, Methylacrylat, Ethylacrylat und Propylacrylat copolymerisiert werden.

Vorteilhaft ist die Verwendung von Emulsionspolymerisaten, die an der Oberfläche reaktive Gruppen aufweisen. Derartige Gruppen sind z. B. Epoxy-, Carboxyl-, latente Carboxyl-, Amino- oder Amidgruppen.

Auch die in der EP-A 208 187 beschriebenen Pffropfmonomeren sind zur Einführung reaktiver Gruppen an der Oberfläche geeignet.

Weiterhin können die Emulsionspolymerisate ganz oder teilweise vernetzt sein. Als Vernetzer wirkende Monomere sind beispielsweise Buta-1,3-dien, Divinylbenzol, Diallylphthalat und Dihydrodicyclopentadienylacrylat sowie die in der EP-A 50 265 beschriebenen Verbindungen.

Ferner können pffropfvernetzende Monomere verwendet werden, d. h. Monomere mit zwei oder mehr polymerisierbaren Doppelbindungen, die bei der Polymerisation mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten reagieren.

Beispiele für solche pffropfvernetzende Monomere sind Allylgruppen enthaltende Monomere, insbesondere Allylester von ethylenisch ungesättigten Carbonsäuren wie Allylacrylat, Allylmethacrylat, Diallylmalat, Diallylfumarat, Diallylitaconat oder die entsprechenden Monoallylverbindungen dieser Dicarbonsäuren. Daneben gibt es eine Vielzahl weiterer geeigneter pffropfvernetzender Monomere; für nähere Einzelheiten sei hier beispielsweise auf die US-PS 4 148 846 verwiesen.

Im allgemeinen beträgt der Anteil dieser vernetzenden Monomeren an der Komponente (C) bis zu 5 Gew.-%, vorzugsweise nicht mehr als 3 Gew.-%, bezogen auf (C).

Beispiele für bevorzugte Emulsionspolymerisate sind n-Butylacrylat/(Meth)acrylsäure-Copolymere, n-Butylacrylat/Glycidylacrylat- oder n-Butylacrylat/Glycidylmethacrylat-Copolymere und Pffropfpolymerisate mit ei-

nem inneren Kern aus n-Butylacrylat einer äußeren Hülle aus den vorstehend genannten Copolymeren.

Die beschriebenen Elastomere (C) können auch nach anderen üblichen Verfahren, z. B. durch Suspensionspolymerisation, hergestellt werden.

Weitere übliche Zusatzstoffe sind beispielsweise Stabilisatoren und Oxidationsverzögerer, Mittel gegen Wärmerosierung und Zersetzung durch ultraviolettes Licht, Gleit- und Entformungsmittel, Farbstoffe und Pigmente, Weichmacher und Verarbeitungshilfsmittel. Ihr Anteil beträgt im allgemeinen bis zu 30, vorzugsweise bis zu 15 Gew.-%, bezogen auf das Gesamtgewicht der Formmassen.

Pigmente und Farbstoffe sind allgemein in Mengen bis zu 4, bevorzugt 0,5 bis 3,5 und insbesondere 0,5 bis 3 Gew.-% enthalten.

Die Pigmente zur Einfärbung von Thermoplasten sind allgemein bekannt, siehe z. B. R. Gächter und H. Müller, Taschenbuch der Kunststoffadditive, Carl Hanser Verlag, 1983, S. 494 bis 510. Als erste bevorzugte Gruppe von Pigmenten sind Weißpigmente zu nennen wie Zinkoxid, Zinksulfid, Bleiweiß ($2 \text{ PbCO}_3 \cdot \text{Pb(OH)}_2$), Lithopone, Antimonweiß und Titandioxid. Von den beiden gebräuchlichsten Kristallmodifikationen (Rutil- und Anatas-Typ) des Titandioxids wird insbesondere die Rutilform zur Weißfärbung der erfindungsgemäßen Formmassen verwendet.

Schwarze Farbpigmente, die erfindungsgemäß eingesetzt werden können, sind Eisenoxidschwarz (Fe_3O_4), Spinellschwarz ($\text{Cu}(\text{Cr,Fe})_2\text{O}_4$), Manganschwarz (Mischung aus Mangandioxid, Siliciumdioxid und Eisenoxid), Kobaltschwarz und Antimonschwarz sowie besonders bevorzugt Ruß, der meist in Form von Furnace- oder Gasruß eingesetzt wird (siehe hierzu G. Benzing, Pigmente für Anstrichmittel, Expert-Verlag (1988), S. 78ff).

Selbstverständlich können zur Einstellung bestimmter Farbtöne anorganische Buntpigmente wie Chromoxidgrün oder organische Buntpigmente wie Azopigmente und Phthalocyanine erfindungsgemäß eingesetzt werden. Derartige Pigmente sind allgemein im Handel üblich.

Weiterhin kann es von Vorteil sein, die genannten Pigmente bzw. Farbstoffe in Mischung einzusetzen, z. B. Ruß mit Kupferphthalocyaninen, da allgemein die Farbdispersierung im Thermoplasten erleichtert wird.

Beispiele für UV-Stabilisatoren sind verschiedene substituierte Resorcine, Salicylate, Benzotriazole und Benzophenone, die im allgemeinen in Mengen bis zu 2 Gew.-% eingesetzt werden.

Gleit- und Entformungsmittel, die in der Regel in Mengen bis zu 1 Gew.-% der thermoplastischen Masse zugesetzt werden, sind Stearinsäure, Stearylalkohol, Stearinsäurealkylester und -amide sowie Ester des Pentaerythrits mit langkettigen Fettsäuren. Es können auch Salze des Calciums, Zinks oder Aluminiums der Stearinsäure sowie Dialkylketone, z. B. Distearylketon, eingesetzt werden.

Unter den Zusatzstoffen sind auch Stabilisatoren, die die Zersetzung des roten Phosphors in Gegenwart von Feuchtigkeit und Luftsauerstoff verhindern. Als Beispiele seien Verbindungen des Cadmiums, Zinks, Aluminiums, Zinns, Magnesiums, Mangans und Titans genannt. Besonders geeignete Verbindungen sind z. B. Oxide der genannten Metalle, ferner Carbonate oder Oxicarbonate, Hydroxide sowie Salze organischer oder anorganischer Säuren wie Acetate oder Phosphate bzw. Hydrogenphosphate.

Als Flammenschutzmittel seien hier nur roter Phosphor und die anderen an sich für Polyamide bekannten Flammenschutzmittel genannt.

Die erfindungsgemäßen thermoplastischen Formmassen können nach an sich bekannten Verfahren hergestellt werden, indem man die Ausgangskomponenten in üblichen Mischvorrichtungen wie Schneckenextrudern, Brabender-Mühlen oder Banbury-Mühlen mischt und anschließend extrudiert. Nach der Extrusion wird das Extrudat abgekühlt und zerkleinert.

Die stabilisierende Kupferverbindung kann direkt über einen Seitenextruder zum flüssigen Polyamid zugegeben werden oder als konzentrierte Mischung in Polyamid (Batch) zum Polyamid zudosiert werden.

Dabei wird die Zugabe zu einem frühen Verarbeitungsschritt bevorzugt, da somit eventuelle oxidative Schädigung durch die Verarbeitung vermieden werden kann.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist es auch möglich, gegebenenfalls die Komponenten B) und/oder C) schon in den Entgasungsextruder zum Präpolymeren der Komponente A) zu dosieren, wobei in diesem Fall der Entgasungsextruder üblicherweise mit geeigneten Mischelementen, wie Knetblöcken, ausgestattet ist. Anschließend wird ebenfalls als Strang extrudiert, gekühlt und granuliert.

Die erfindungsgemäßen Formmassen zeichnen sich durch höhere Wärmeformbeständigkeit aus. Insbesondere lassen sie sich problemlos thermoplastisch verarbeiten und eignen sich demgemäß zur Herstellung von Fasern, Folien und Formkörpern. Außerdem zeigen sie deutlich bessere Farbergebnisse.

Eine weitere Steigerung der Wärmestabilisierung kann durch den Zusatz von Alkalihalogeniden erreicht werden. Aus der Gruppe der Lithium-, Natrium und Kaliumhalogenide werden die Kaliumsalze bevorzugt. Als Halogenide kommen beispielsweise die Fluoride, Chloride, und bevorzugt die Bromide und Iodide in Frage. Besonders hervorzuheben ist die Steigerung der Stabilisierungswirkung durch Kaliumbromid und Kaliumiodid.

In der Regel werden die anorganischen Alkalihalogenide der Formmasse in einer Menge von 1 bis 3000 ppm, bevorzugt 10 bis 1000 ppm, bezogen auf Polyamid, zugesetzt. Dabei erfolgt die Zugabe gewöhnlich als Mischung mit der Kupferverbindung.

Die nachfolgenden Beispiele sollen die Erfindung näher erläutern.

Beispiele

A. Herstellung von Kupferverbindungen

a) In Gegenwart eines Verdünnungsmittels

10 g (0,062 mol) Kupfer(I)iodid wurden unter Stickstoff in 40 ml Chloroform vorgelegt und zu der Suspension

unter Rühren 100 ml einer 1,25 molaren Lösung (0,125 mol) des Phosphinchelatliganden getropft. Das Lösungsmittel wurde dem Entstehen einer klaren Lösung nach 2 bis 8 Stunden entfernt.

b) Ohne Verdünnungsmittel

2 mol Phosphinchelatligand wurden im Temperaturbereich von 140 bis 142°C unter Stickstoff aufgeschmolzen und mit 166 g (1 mol) Kupfer(I)iodid portionsweise über einen Zeitraum von 2 h versetzt. Nach 3 h war die Reaktion beendet.

B. Allgemeine Herstellung der thermoplastischen Formmassen (Beispiele 1 bis 9)

Es wurden Polyamid 66 mit einer Viskositätszahl VZ (0,5 gew.-%ig PA66 in 96 gew.-%iger Schwefelsäure bei 25°C) von 150 ml/g (Ultramid® A3 der BASF AG) bzw. Polyamid 6 mit einer Viskositätszahl VZ (0,5 gew.-%ig PA6 in 96 gew.-%iger Schwefelsäure bei 25°C) von 150 ml/g (Ultramid® B3 der BASF AG) gegebenenfalls mit einer Glasfaser mit einem Durchmesser von 10 µm (Nr. 3540 der Fa. PPG) und der entsprechenden Kupferverbindung sowie gegebenenfalls Kaliumiodid auf einem Zweischneckenextruder (ZSK 57 der Fa. Werner und Pfleiderer) gemäß den in Tabelle 1 angegebenen Mengenverhältnissen konfektioniert. Die Konzentration der Stabilisatorsysteme beträgt 250 ppm Kupfer sowie gegebenenfalls 750 ppm Kaliumiodid bezogen auf PA. Das entstandene Granulat wurde getrocknet und zu Probekörpern gemäß DIN 53455/53453 verarbeitet.

In gleicher Weise wurden zum Vergleich (Beispiele 10 bis 13) Polyamide mit Kupfer(I)iodid/Triphenylphosphin (250 ppm Kupfer bezogen auf Polyamid) als Stabilisator, gegebenenfalls mit der Glasfaser sowie gegebenenfalls Kaliumiodid (750 ppm Kaliumiodid bezogen auf Polyamid) konfektioniert.

Die Zusammensetzung der Formmassen und der Vergleichsformmassen sind der Tabelle 1 zu entnehmen.

Tabelle 1

| Bsp. | Phosphinchelatligand | Herstellung nach | Kaliumiodid | Polyamid (Gew.-%) Glasfasergehalt (GF) (Gew.-%) |
|------|--|------------------|-------------|---|
| 1 | Bis-(diphenylphosphino)methan | b) | + | PA66 100 %/ - |
| 2 | 1,2-Bis-(diphenylphosphino)ethan | b) | - | PA6 70 %/GF 30 % |
| 3 | 1,2-Bis-(diphenylphosphino)ethan | a) | + | PA66 100 %/ - |
| 4 | 1,2-Bis-(diphenylphosphino)ethan | b) | + | PA66 70 %/GF 30 % |
| 5 | 1,2-Bis-(diphenylphosphino)ethan | a) | - | PA66 70 %/GF 30 % |
| 6 | 1,3-Bis-(diphenylphosphino)propan | a) | + | PA66 70 %/GF 30 % |
| 7 | 2,2'-Bis-(diphenylphosphino)-1,1'-binaphthyl | a) | + | PA66 70 %/GF 30 % |
| 8 | 1,3-Bis-(dicyclohexylphosphino)propan | a) | + | PA66 70 %/GF 30 % |
| 9 | 1,3-Bis-[(2-mercaptoethyl)cyclohexylphosphino]propan | a) | + | PA66 70 %/GF 30 % |
| 10 | Triphenylphosphin | b) | + | PA66 100 %/ - |
| 11 | Triphenylphosphin | a) | + | PA66 100 %/ - |
| 12 | Triphenylphosphin | b) | - | PA66 70 %/GF 30 % |
| 13 | Triphenylphosphin | b) | + | PA6 70 %/GF 30 % |

C. Anwendungstechnische Eigenschaften der thermoplastischen Formmassen der Beispiele 1 bis 13

Ein Maß für die Stabilisierungswirkung von Additiven ist die Abnahme der Schlagzähigkeitswerte und des

Zug-E-Modul nach Lagerung bei einer Temperatur. Hierfür wurden jeweils beide Werte vor sowie nach 240 bzw. 600 h Lagerung bei 150°C im Umlufttrockenofen ermittelt.

Die Probenvorbereitung und die Messung der Schlagzähigkeit nach Charpy (Schlagbiegeversuch) wurde gemäß DIN 53 453 durchgeführt.

Die Probenvorbereitung und die Messung des Zug-E-Modul (Zugversuch) wurde nach DIN 53 455 durchgeführt.

Tabelle 2

| Bsp. | Schlagzähigkeit nach Charpy [kJ/m ²] | | | Zug-E-Modul [MPa] | | |
|------|---|------------|------------|----------------------|------------|------------|
| | nach 0 h | nach 240 h | nach 600 h | nach 0 h | nach 240 h | nach 600 h |
| 1 | n.B. | 45 | 38 | 3 050 | 2 850 | 2 600 |
| 2 | 78 | 58 | 56 | 9 650 | 9 950 | 9 700 |
| 3 | n.B. | 48 | 42 | 3 100 | 3 000 | 2 750 |
| 4 | 81 | 69 | 58 | 9 600 | 9 800 | 9 600 |
| 5 | 80 | 61 | 49 | 9 650 | 10 050 | 9 550 |
| 6 | 80 | 67 | 54 | 9 550 | 10 000 | 9 650 |
| 7 | 81 | 64 | 50 | 9 600 | 9 950 | 9 650 |
| 8 | 80 | 65 | 49 | 9 650 | 10 100 | 9 750 |
| 9 | 81 | 68 | 58 | 9 550 | 9 700 | 9 600 |
| 10 | n.B. | 12 | 5 | 3 050 | 2 600 | <1 500 |
| 11 | n.B. | 13 | 4 | 2 960 | 2 550 | <1 500 |
| 12 | 77 | 28 | 25 | 9 600 | 11 500 | 9 000 |
| 13 | 79 | 30 | 27 | 9 650 | 11 200 | 8 850 |

Alle Produkte 1—9 der erfindungsgemäßen Zusammensetzung zeigen verbesserte Wärmeformbeständigkeit bei verbessertem Farbton nach der Konfektionierung.

D. Darstellung des Phosphinchelatliganden aus Beispiel 9

a. Herstellung von Cyclohexylphosphonyldichlorid

In eine Mischung aus 337 g (4 mol) Cyclohexan und 275 g (2 mol) Phosphortrichlorid wurde unter Rühren und Kühlung ein Sauerstoffstrom geleitet, daß die Innentemperatur in einem Bereich von 15 bis 25°C blieb.

Die Reaktionsmischung wurde im Vakuum fraktionierend destilliert. Es wurden 115 g Cyclohexylphosphonyldichlorid (Siedepunkt 141°C bei 1,2 Torr) als Öl erhalten, das in weißen Nadeln kristallisierte.

b. Herstellung von Cyclohexylmonophosphin

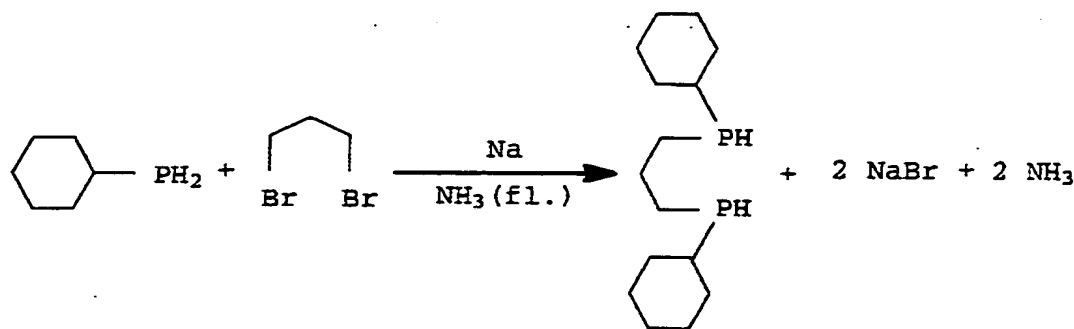


Unter Stickstoffatmosphäre wurden zu einer gekühlten Mischung aus 22 g (0,58 mol) Lithiumaluminiumhydrid in 400 ml Ether eine Lösung von 60 g (0,3 mol) Cyclohexylphosphonyldichlorid in 100 ml Ether langsam getropft, so daß die Temperatur 15°C nicht überschritt.

Anschließend wurde noch 30 Minuten zum Rückfluß erwärmt, abgekühlt und mit 500 ml halbkonzentrierter Salzsäure versetzt. Die organische Phase wurde abgetrennt, über Magnesiumsulfat getrocknet und fraktionierend destilliert (Siedepunkt 143 bis 146°C).

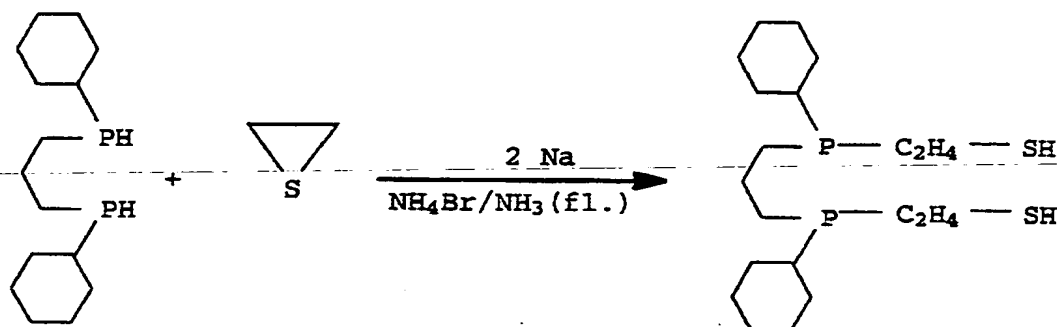
Ausbeute: 17 g.

c. Herstellung von 1,3-Bis-(cyclohexylphosphino)propan



In 215 ml flüssigem Ammoniak wurden 2 g (0,086 mol) Natrium gelöst und eine Spatelspitze Rost zugesetzt. Nach 4 Stunden war alles Natrium zum Amid umgesetzt. Zu dieser Suspension wurden bei -60°C 10 g (0,086 mol) Cyclohexylmonophosphin dosiert und 10 h bei dieser Temperatur gerührt. Zur resultierenden grüngelben Lösung wurden innerhalb von 90 Minuten 8,68 g (0,043 mol) 1,3-Dibrompropan, gelöst in 10 ml Ether, getropft. Nach weiteren 30 Minuten wurde die Kühlung entfernt und der verdampfende Ammoniak durch Ether ersetzt. Die etherische Mischung wurde 30 Minuten zum Rückfluß erwärmt. Zur Aufarbeitung wurde mit 250 ml Ether und 200 ml Wasser versetzt und extraktiv aufgearbeitet. Nach Trocknen der organischen Phase über Natriumsulfat wurde eingengt und der Rückstand im Vakuum destilliert.

d. Herstellung von 1,3-Bis-(2-mercaptoethyl)cyclohexyl-phosphino]propan



In 100 ml flüssigem Ammoniak wurde 4,6 g (0,2 mol) Natrium gelöst und bei 50°C wurden 27,2 g (0,1 mol) 1,3-Bis-(cyclohexylphosphino)propan zudosiert. Die Mischung wurde bei dieser Temperatur 4 h gerührt und anschließend 12 g (0,2 mol) Thiiran zudosiert. Nach Abdampfen des Ammoniaks wurde 2 h bei 40°C gerührt. Das Reaktionsgemisch wurde destillativ aufgearbeitet.

Patentansprüche

1. Thermoplastische Formmassen, enthaltend

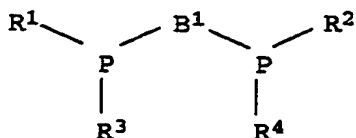
30 bis 100 Gew.-% einer Mischung aus Polyamid und einer stabilisierend wirksamen Menge einer Kupferverbindung erhältlich durch Umsetzung von Kupfer(I)salzen mit Phosphinchelatliganden und 0 bis 70 Gew.-% weiterer Zusatzstoffe.

2. Thermoplastische Formmassen nach Anspruch 1, wobei die Kupferverbindung in einer Menge von 10 bis 1 000 ppm Kupfer, bezogen auf Polyamid, vorliegt.

3. Thermoplastische Formmassen nach Anspruch 1, die bis zu 70 Gew.-% weitere Zusatzstoffe enthalten.

4. Thermoplastische Formmassen nach Anspruch 1, in denen die Kupferverbindungen durch Umsetzung von Kupferhalogeniden mit Phosphinchelatliganden erhalten werden.

5. Thermoplastische Formmassen nach Anspruch 1, in denen die Kupferverbindungen durch Umsetzung von Kupfer(I)salzen mit Phosphinchelatliganden der allgemeinen Formel I



(I),

in der

B^1 C_1-C_6 -Alkylen, Naphthylen, Phenylen, Benzylen,

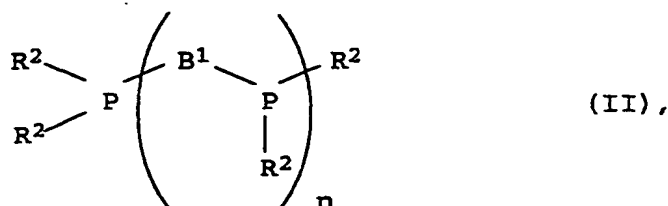
R^1 und R^2 unabhängig voneinander C_1-C_8 -Alkyl, C_5-C_8 -Cycloalkyl oder Phenyl, das gegebenenfalls 1 bis 5-fach mit C_1-C_4 -Alkyl substituiert ist,

R^3 und R^4 unabhängig voneinander C_1-C_8 -Alkyl, C_5-C_8 -Cycloalkyl, Phenyl, das gegebenenfalls mit C_1-C_4 -Alkyl substituiert ist, $-B^1-PR^2R^2$, B^2-SR^5 , B^2-OR^5 sowie R^3 und R^4 gemeinsam $-B^2-PR^2-B^3-$ oder $-B^2-PR^2-B^3-PR^2-B^4-$ bedeuten und B^2 , B^3 , B^4 unabhängig voneinander für C_1-C_6 -Alkylen, Naphthylen, Phenylen, Benzylen und

R^5 für C_1-C_4 -Alkyl oder Wasserstoff stehen,

erhalten werden.

6. Thermoplastische Formmassen nach Anspruch 1, in denen die Kupferverbindung durch Umsetzung von Kupfer(I)salzen mit Phosphinchelatliganden der allgemeinen Formel (II)



in der

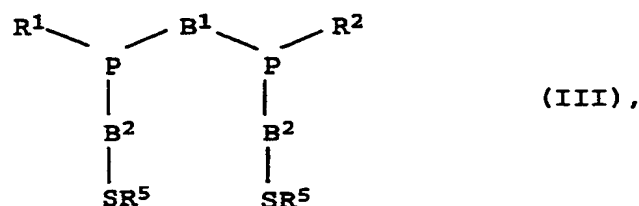
B^1 C_1-C_6 -Alkylen, Naphthylen, Phenylen, Benzylen,

R^2 C_1-C_8 -Alkyl, C_5-C_8 -Cycloalkyl oder Phenyl, das gegebenenfalls 1 bis 5-fach mit C_1-C_4 -Alkyl substituiert ist und

n eine Zahl 1, 2 oder 3 bedeuten,

erhalten wird.

7. Phosphorsulfoverbindungen der Formel (III)



in der

B^1 und B^2 unabhängig voneinander C_1-C_6 -Alkylen, Naphthylen, Phenylen, Benzylen,

R^1 und R^2 unabhängig voneinander C_1-C_8 -Alkyl, C_5-C_8 -Cycloalkyl oder Phenyl, das gegebenenfalls mit C_1-C_4 -Alkyl substituiert ist, und

R^5 C_1-C_4 -Alkyl oder Wasserstoff bedeuten.

8. Kupfer(I)verbindungen, erhältlich durch Umsetzung von Kupfer(I)salzen mit Phosphorsulfoverbindungen der Formel (III) gemäß Anspruch 7.

9. Verwendung von Kupferverbindungen, erhältlich durch Umsetzung von Kupfer(I)salzen mit Phosphinchelatliganden zur Stabilisierung von thermoplastischen Formmassen.

10. Thermoplastische Formmassen nach Anspruch 1, die weiterhin 1 bis 3000 ppm eines Alkalihalogenids, bezogen auf Polyamid, enthalten.

11. Verwendung der thermoplastischen Formmassen gemäß den Ansprüchen 1 bis 6 sowie 10 zur Herstellung von Fasern, Folien und Formkörpern.

12. Fasern, Folien und Formkörper erhältlich aus den thermoplastischen Formmassen gemäß den Ansprüchen 1 bis 6 sowie 10.